

KESAN KELEMBAPAN KE ATAS KADAR KEBOCORAN GAS

Zulkifli Abdul Majid, Abu Samah Nasir, Sofiah Yunus

Jabatan Kejuruteraan Polimer & Kej. Gas

FKKKSA, UTM

Abstrak

Kebocoran merupakan satu masalah utama yang sering berlaku di dalam sistem penghantaran dan pengagihan gas. Sistem penghantaran dan pengagihan biasanya menggunakan talian paip samaada atas tanah atau bawah tanah. Bagi paip bawah tanah, sifat tanah seperti saiz butiran, kelembapan, kebolehtelapan dan keporosan adalah antara faktor yang mempengaruhi kadar aliran kebocoran gas. Satu ujikaji telah dijalankan dengan menggunakan tiga jenis tanah yang mempunyai kelembapan dan saiz yang berbeza-beza. Jenis-jenis tanah tersebut ialah tanah berpasir, tanah berlaterit dan tanah berlempung. Julat kelembapan yang digunakan ialah di antara 0.1 hingga 0.4, manakala julat saiz pula adalah diantara 2.36 milimeter hingga 0.15 milimeter. Keputusan menunjukkan bahawa kadar kebocoran dan nilai kebolehtelapan adalah berkadar songsang dengan kelembapan tanah hingga pada satu tahap kelembapan maksimum, kedua nilai ini menjadi sifar. Walaubagaimanapun nilai-nilai tersebut berkadar terus dengan saiz butiran tanah.

1.0 Pengenalan

Di dalam zaman yang serba maju ini, permintaan terhadap gas sebagai bahan api adalah sangat tinggi. Ini menyebabkan sistem penghantaran gas melalui talian paip ke kilang-kilang dan ke rumah-rumah semakin popular. Walaubagaimanapun penggunaan gas sekarang bukan hanya sebagai bahanapi untuk memasak, tetapi juga sebagai bahan mentah industri samaada janakuasa elektrik atau Petrokimia. Dalam perkembangan penggunaan gas ini, keselamatan orang ramai perlulah di titikberatkan di mana masalah besar yang sering dihadapi di dalam sistem penghantaran dan pengagihan gas adalah kebocoran. Kebocoran boleh menyebabkan terjadinya perkara yang tidak diingini seperti letupan. Selain daripada itu, kebocoran boleh menyebabkan kerugian yang besar kepada syarikat-syarikat gas seterusnya mengurangkan kecekapan sistem

penghantaran gas. Punca-punca utama terjadinya kebocoran ialah karat, keretakan yang berpunca dari gegaran lalu lintas dan pembinaan dan sambungan menggunakan skru (Ramidh, 1990) dan Wilso, 1962). Bagi sistem pengagihan bawah tanah, tanah merupakan faktor penting yang mempengaruhi kadar kebocoran gas. Sifat-sifat tanah seperti kelembapan, saiz butiran dan kebolehtelapan adalah penting dalam penentuan kadar kebocoran ini. Di Malaysia, terdapat berbagai jenis tanah iaitu tanah pasir, tanah gambut, tanah merah atau berleterit dan tanah lempung. Setiap tanah ini mempunyai nilai kebolehtelapan yang berbeza-beza di antara satu sama lain. Satu kajian perlu dijalankan bagi menentukan kesan jenis tanah, saiz butiran dan kelembapan tanah terhadap kadar kebocoran gas melalui nilai kebolehtelapannya dengan menjalankan satu ujikaji bagi setiap jenis tanah. Kajian yang dilakukan di dalam projek penyelidikan ini, kesan kelembapan tanah terhadap kadar kebocoran gas dapat diketahui.

1.1 Penentuan Kadar Kebocoran

Bagi talian paip yang ditanam di dalam tanah yang dimampat sepenuhnya, tekanan mutlak talian gas yang diperlukan untuk menghasilkan aliran kritikal mestilah lebih besar dari 1.9 kali tekanan udara [Wilson, 1958]. Ini disebabkan kejatuhan tekanan berpunca dari kebocoran tersebut. Kadar Kebocoran paip dalam tanah boleh ditentukan melalui formula yang ditunjukkan dalam persamaan (1.0). Persamaan ini adalah dirumuskan daripada Hukum Darcy untuk aliran melalui media poros.

$$Q_b = c P_{avg} P_g \quad (1.0)$$

dengan,

Q_b = Kadar kebocoran, kaki³/jam

c = Pemalar bergantung kepada nilai kebolehtelapan tanah, kelikatan gas dan geometri kebocoran.

P_{avg} = Nilai purata aritmetik bagi tekanan operasi mutlak bagi sistem dan tekanan atmosfera, psia.

P_g = Tekanan Operasi, psig.

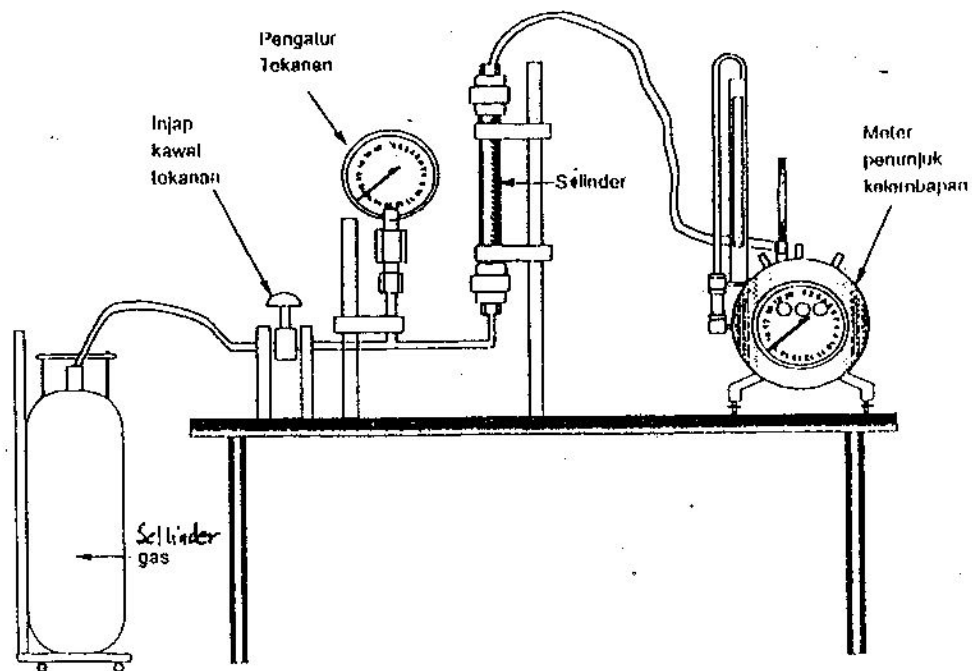
Bagi pemalar c , nilai kelikatan gas dan geometri kebocoran adalah tetap. Oleh itu, nilai pemalar c adalah dianggap sebagai nilai kebolehtelapan bagi tanah di mana paip tersebut ditanam.

1.2 Skop dan Objektif

Selaras dengan permasalahan yang dinyatakan, objektif kajian adalah untuk menentukan kesan kelembapan bagi beberapa jenis tanah terhadap kadar kebocoran melalui nilai kebolehtelapannya. Kajian ditumpukan terhadap kesan kelembapan terhadap kadar alir gas bagi tanah berpasir, tanah berlaterit dan tanah berlempung.

2.0 Kaedah Kajian

Satu rig rigkas telah dibangunkan bagi menjalankan ujikaji di atas seperti ditunjukkan dalam Rajah 1. Sebelum ujikaji dijalankan beberapa langkah dalam penyediaan sampel perlu dilakukan terlebih dahulu. langkah tersebut dinyatakan dalam bahagian 2.1 hingga 2.4.



RAJAH 1. Rig Ujikaji

2.1 Penyediaan Tanah

Tanah yang digunakan dalam ujikaji ini adalah terdiri dari tiga jenis iaitu :

- a) Tanah berpasir
- b) Tanah berlaterit
- c) Tanah berlempung

Tanah-tanah ini diambil dari tempat yang berbeza untuk memastikan ianya bukan dari jenis yang sama. Tanah diambil dari kawasan lombong, kawasan berbukit dan kawasan berair.

2.2 Proses Pengeringan

Tujuan proses pengeringan ini ialah untuk menyingkirkan kesemua kandungan air yang terdapat di dalam tanah tersebut. Ini akan memudahkan proses penentuan kelembapan tanah kerana kandungan kelembapan tanah adalah berat air per berat kering. Proses pengeringan dilakukan di dalam oven supaya kehilangan airnya terjadi secara seragam bagi setiap zarah tanah. Tanah yang hendak dimasukkan ke dalam oven mestilah diletakkan ke dalam dulang dan diratakan supaya air mudah meruap dan proses pengeringan berlaku dengan sempurna. Proses pengeringan ini mengambil masa selama 24 jam pada suhu 105°C. Dalam tempoh tersebut, semua kandungan lembapan tanah dianggap telah disingkirkan sepenuhnya. Bagi tanah yang mengandungi kandungan air yang kurang seperti tanah bukit, proses pengeringan dilakukan selama 12 jam pada suhu 105° C.

2.3 Proses Mengayak

Tanah yang telah dikeringkan tadi dihancurkan sebaik sahaja tempoh pengeringan tamat. Tujuan tanah dihancurkan ialah supaya proses pengayakkan dapat dilakukan dengan mudah dan zarah-zarah tanah dari saiz yang berbeza dapat diasingkan dengan mudah. Proses penghancuran tanah dapat dilakukan dengan menggunakan alat penghancur tanah atau lesung. Tanah yang telah dihancurkan dikelaskan kepada 3 iaitu mengikut saiz pengayak. Saiz tersebut adalah 2.36 milimeter, 1.4 milimeter dan 0.15 milimeter iaitu mengikut saiz biasa bagi butiran tanah.

2.4 Penyimpanan Tanah

Tanah yang telah diayak perlu disimpan ditempat yang kering dan tertutup supaya kelembapan udara dari sekeliling tidak mempengaruhi kelembapan tanah yang telah kering. Untuk tujuan ini, tanah tersebut disimpan di dalam 'decicator' yang mana di dalamnya diletakkan gel silika yang akan menyerap sebarang kelembapan yang wujud.

2.5 Tatacara Ujikaji

1. Pasangkan halus pada kedua-dua bahagian penutup silinder yang akan dimasukkan tanah.
2. Masukkan tanah yang telah dikeringkan ke dalam silinder dan padatkannya dengan dikeseluruhan silinder tersebut.
3. Tutup silinder dengan menggunakan penutup berskru yang telah disediakan.
4. Sambungkan hujung silinder masing-masing ke bekalan gas dan meter penunjuk kelembapan.
5. Buka injap pada bekalan gas dan pastikan pengatur tekanan menunjukan bacaan yang ditetapkan dan jarum pada meter penunjuk kelembapan bergerak selepas beberapa ketika.
6. Catat masa apabila isipadu gas yang mengalir.
7. Kirakan kadar alir gas melalui isipadu gas perunit masa.
8. Keluarkan tanah dari silinder dan timbangkannya (tanah kering).
9. Lembapkan tanah tersebut kepada satu nilai kelembapan yang ditetapkan. Nilai tersebut adalah berat air perberat tanah kering.
10. Tentukan nilai pekali kebolehtelapan berdasarkan kepada data-data yang diperolehi menggunakan persamaan (1.0).
11. Ulang cara (2) hingga (7) dengan menggunakan jenis tanah yang lain dengan kelembapan yang berbeza.

3.0 Keputusan dan Perbincangan

3.1 Keputusan

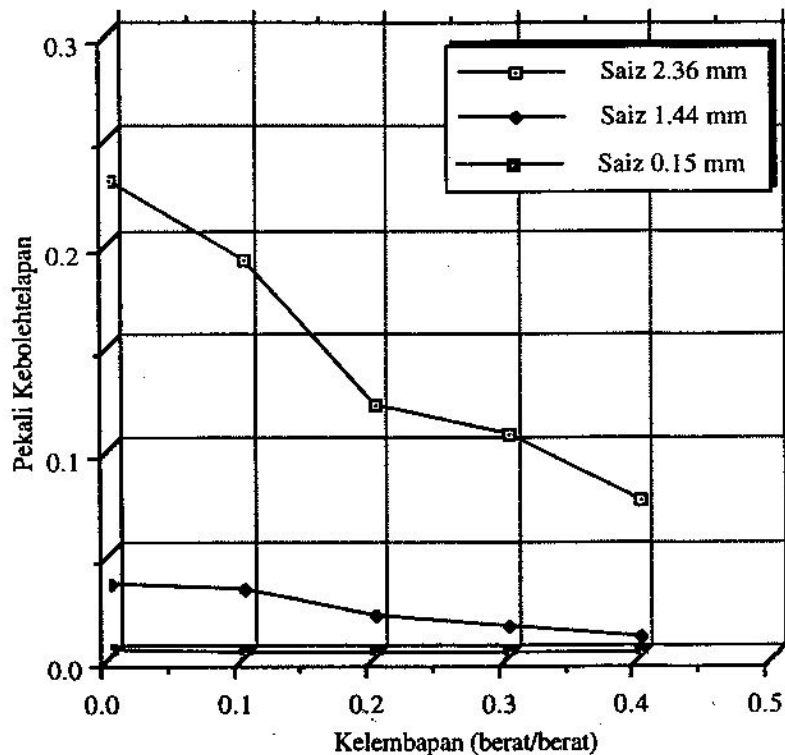
Dari ujikaji yang telah dijalankan, keputusan yang diperolehi seperti ditunjukkan dalam Jadual 1, 2 dan 3.

3.2 Perbincangan

Data yang dapat ditentukan ialah kadar alir gas atau kadar kebocoran gas pada tekanan yang tidak tetap untuk setiap sampel. Nilai tekanan tidak dapat ditetapkan kerana bagi tanah yang bersaiz butiran besar, walaupun tekanan kecil yang dikenakan akan memberikan kadar isipadu keluaran yang sangat banyak. Ini kerana terdapat banyak ruang-ruang kosong antara partikel-partikel tanah tersebut. Oleh itu, nilai kebolehtelapan dari persamaan (1.0) digunakan untuk mencari kadar kebocoran pada tekanan yang sama untuk setiap sampel tanah. Graf kadar kebocoran melawan kandungan kelembapan tanah diplotkan untuk setiap jenis sampel.

3.2.1 Graf Kebolehtelapan Melawan Kelembapan Tanah

Rajah 2 menunjukkan graf kebolehtelapan melawan kelembapan bagi tanah berpasir. Berdasarkan kepada rajah tersebut, pada saiz butiran yang besar, nilai pekali kebolehtelapan juga besar. Ini kerana pekali kebolehtelapan bergantung kepada purata saiz liang yang berkait rapat dengan saiz butiran, bentuk butiran dan struktur tanah. Secara umumnya butiran yang kecil mempunyai purata saiz liang yang kecil serta pekali kebolehtelapan yang rendah. Bagi saiz butiran yang lebih kecil iaitu 1.44 milimeter dan 0.15 milimeter, nilai pekali kebolehtelapan menjadi semakin berkurangan. Ini kerana, dengan kehadiran peratusan kecil bijian halus di dalam tanah, ia akan memberikan nilai kebolehtelapan yang lebih kecil berbanding dengan tanah yang sama tanpa butiran halus. Kehadiran air di dalam tanah pula akan merubah struktur tanah tersebut. Ini kerana, molekul-molekul air akan menyebabkan butiran-butiran tanah bergabung dan ini menyukarkan aliran bendalir melaluinya. Rajah 3 dan 4 masing-masing menunjukkan graf kebolehtelapan melawan kelembapan bagi tanah berlaterit dan tanah berlempung. Tanah berlempung mempunyai pekali kebolehtelapan yang paling rendah untuk semua kelembapan kerana, zarah-zarah tanah lempung terdiri dari debu-debu halus yang mempunyai saiz butiran kurang dari 0.002 milimeter. Ini akan memudahkan tanah tersebut bergabung apabila kelembapannya bertambah.



RAJAH 2: Pekali Kebolehtelapan Bagi Tanah Berpasir

3.2.2 Graf Kadar Kebocoran Melawan Kelembapan Tanah

Rajah 5, 6 dan 7 menunjukkan graf kadar kebocoran melawan kelembapan tanah bagi setiap jenis tanah. Berdasarkan kepada rajah tersebut tanah berpasir mempunyai kadar kebocoran paling besar berbanding dengan tanah berlaterit dan tanah berlempung untuk semua saiz butiran yang dikaji. Ini kerana kebanyakan partikel-partikel pepejal yang terdapat di dalam tanah tersebut terdiri dari batu atau pasir-pasir yang bersaiz lebih besar berbanding dengan tanah berlaterit dan tanah berlempung. Ini sangat ketara pada tanah bersaiz dbutiran 2.36 milimeter di mana kadar kebocoran adalah sangat besar. Oelh yang demikian kadar kebocoran adalah berkadar terus dengan pekali kebolehtelapan sementara pekali kebolehtelapan pula berkadar terus dengan saiz zarah. Dari graf yang diplotkan juga dapat dilihat bahawa pada peringkat awal penambahan kelembapan, penurunan kadar kebocoran agak ketara sebaliknya menjadi malar apabila kelembapan semakin meningkat. Ini kerana pada peringkat awal penambahan, molekul air telah menyebabkan perubahan yang ketara kepada struktur tanah. Tetapi apabila semakin banyak air ditambah, perbezaan struktur ini menjadi semakin berkurangan.

Fenomena yang sama juga berlaku pada tanah berlaterit dan tanah berlempung. Walau bagaimanapun tanah berlempung memberikan nilai kelembapan yang paling rendah pada semua saiz butiran yang dikaji. Ini kerana partikel lempung sebenarnya adalah terdiri dari debu-debu halus yang melekit dan apabila bergabung, akan mengental seterusnya membeku membentuk satu agregat. Ini akan menyebabkan gas sukar untuk melaluinya. Pada satu tahap kelembapan maksimum, kadar kebocoran akan menjadi sifar di mana gas tidak boleh melepasi tanah ini lagi.

4.0 Kesimpulan

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang boleh dibuat berdasarkan kepada kajian yang dilakukan ialah:

1. Kadar kebocoran gas untuk setiap tanah akan berkurangan apabila kandungan kelembapan bertambah.
2. Kadar kebocoran akan bertambah apabila saiz partikel tanah bertambah.
3. Tanah berlempung mempunyai kadar kebocoran yang paling rendah untuk semua nilai kelembapan.

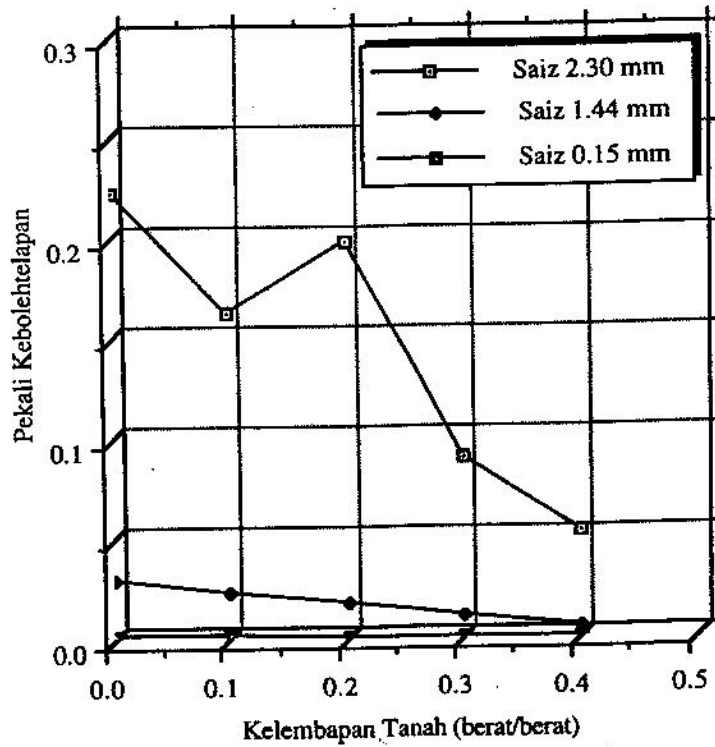
Rujukan

Ramidh, B.K. & Chicanagappa, L.S. (1990). Handbook of Soil Mechanics and Foundation Engineering. Rptterdan : A.A. Balkema

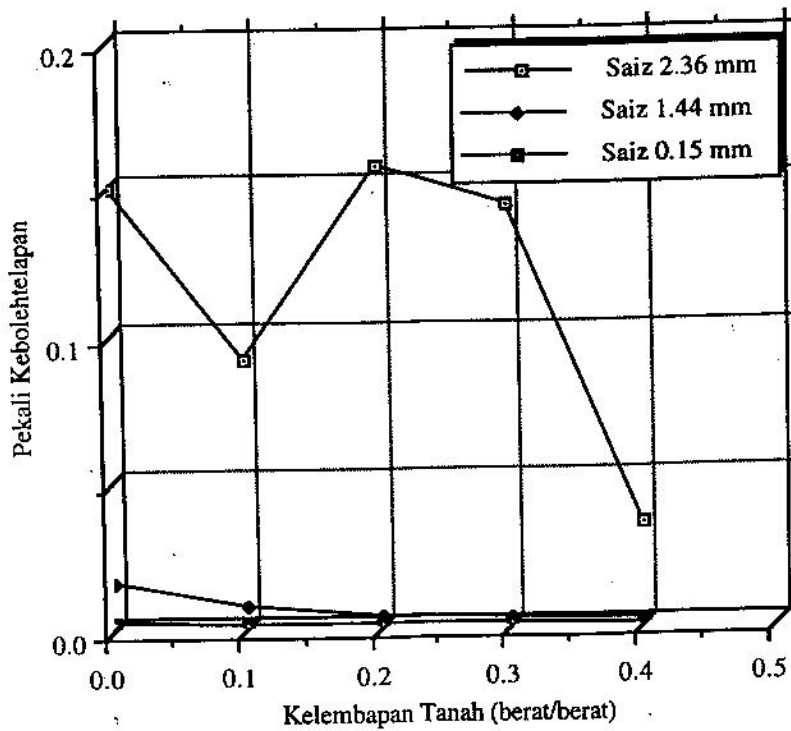
Wilson, G.G., et. al. (1958). Detection, Repair and Prevention of Leaks in Gas Distribution System. New York: American Gas Association, Inc.

Wilson, G.G. (1962). Bell Joint Leakage and Test Methods for Packing Space Sealants. New York : American Gas Association, Inc.

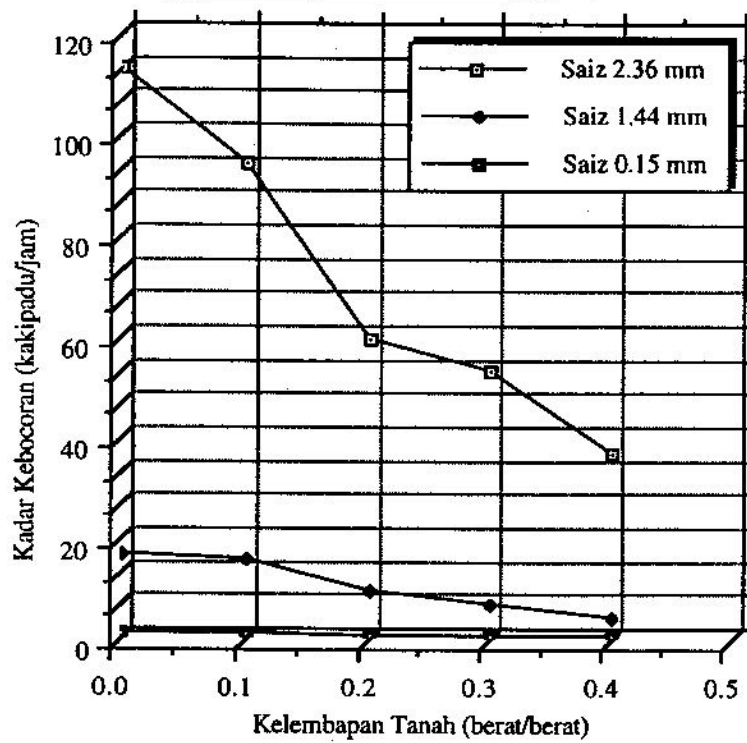
Moseley, P.T., Norris, J. & Williams, D.E. (1991). Techniques and Mechanism in Gas Sensing. Great Yarmouth: Galliard (Printers) Ltd.



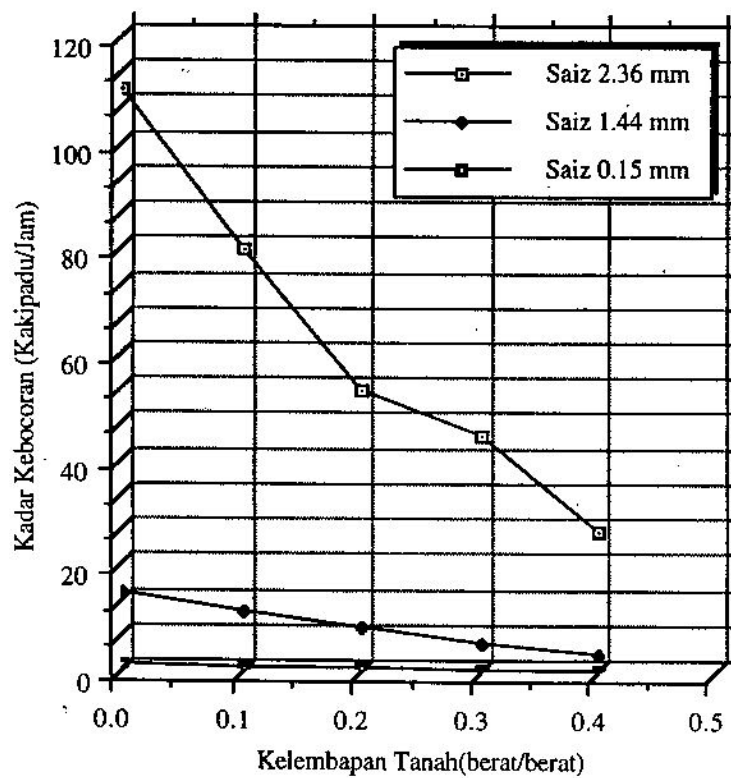
RAJAH 3: Pekali Kebolehtelapan Bagi Tanah Berlaterit



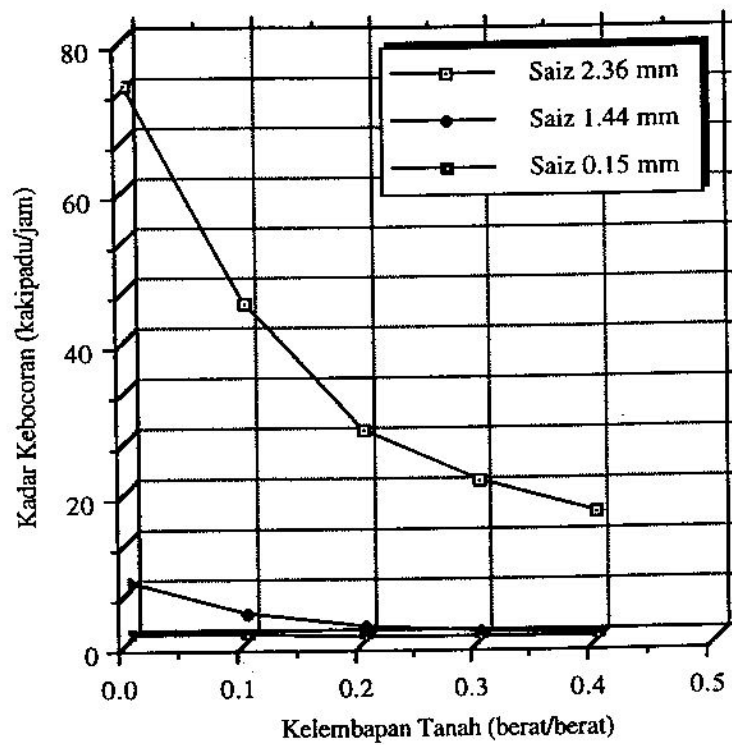
RAJAH 4: Pekali Kebolehtelapan Bagi Tanah Berlempung



RAJAH 5: Kadar Kebocoran Bagi Tanah Berpasir



RAJAH 6: Kadar Kebocoran Bagi Tanah Berlaterit



RAJAH 7: Kadar Kebocoran Bagi Tanah Berlempung